

Ing. Roman VAVŘIČKA, Ph.D. ^{1),2)}

¹⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní,
Ústav techniky prostředí

²⁾ ČVUT v Praze, Univerzitní
centrum energeticky efektivních
budov

Nejčastější chyby při návrhu zásobníku teplé vody

The Most Common Mistakes when Designing a Hot Water Storage Tank

Recenzent

Ing. Stanislav Toman

Cílem příspěvku je upozornit na nejčastější pochybení při návrhu velikosti zásobníku teplé vody (dále jen TV) a zdroje tepla pro přípravu TV. V článku jsou popsány dva základní způsoby návrhu: metoda křivek dodávky a odběru tepla systému přípravy TV a metoda přednostní přípravy TV. Návrh zásobníku teplé vody by měl v první řadě odpovídat použitému zdroji tepla a předpokládanému profilu odběru teplé vody. V případě využití metody křivek odběru a dodávky tepla klade projektant největší důraz na minimální velikost zásobníku TV (tj. tvar křivky dodávky) bez ohledu na potenciální změny v uvažovaném profilu odběru TV (tj. křivce odběru). Při použití tzv. přednostní přípravy TV je zase v poslední době opomíjený základní předpoklad, že požadovaný tepelný výkon společného zdroje tepla musí vyhovovat nejen systému přípravy TV, ale i ostatním odběrům, pro které je používán.

Klíčová slova: výpočtové metody, teplá voda, zásobník teplé vody, zdroj tepla

The aim of the paper is to highlight the most common mistakes in sizing of domestic hot water (hereinafter only DHW) storage tanks and heat sources for DHW preparation. The article describes two basic ways of designing: Method using heat supply and demand curves of the DHW preparation system and Method of priority DHW preparation. Sizing of the DHW storage tank should primarily correspond to the used heat source and expected hot water consumption profile. When using the heat supply and demand curve method, the designer places the greatest importance on the minimum size of the DHW storage tank (i.e. the shape of the supply curve), regardless of the potential changes in the DHW consumption profile (i.e. the demand curve). When using the so-called priority DHW preparation, the basic precondition is often neglected that the required heat output of a common heat source must comply not only with the DHW preparation system but also with other connected heat consumption points.

Keywords: calculation methods, hot water, hot water storage tank, heat source

METODA KŘIVEK DODÁVKY A ODBĚRU TEPLA SYSTÉMU PŘÍPRAVY TV

Křivka odběru tepla teplé vody Q_2 závisí na odběru objemového množství teplé vody V_{TV} za časovou periodu τ . Křivka dodávky tepla do TV Q_1 je závislost dodávky tepla ze zdroje tepla ve stejném časovém intervalu. Důležitým předpokladem pro sestavení výše uvedených křivek je několik nezbytných bodů:

- křivka dodávky tepla Q_1 je vždy nad křivkou odběru tepla Q_2 ,
- teplo dodané ohřívačem do teplé vody se rovná teplu odebranému z ohřívače $Q_{1p} = Q_{2p}$.

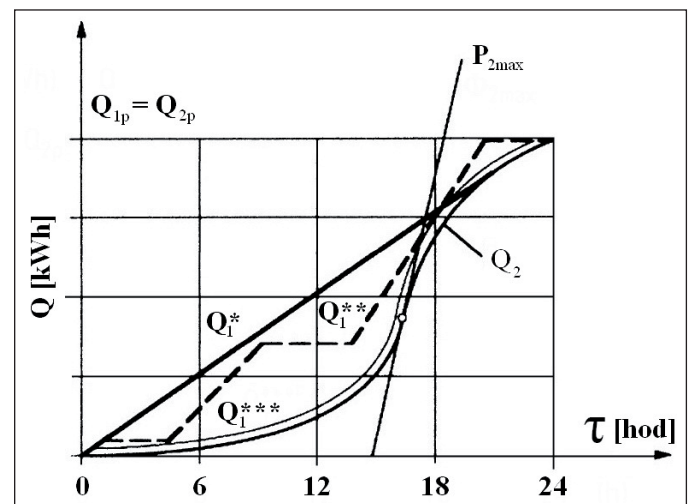
Křivka dodávky tepla musí být vždy nad křivkou odběru tepla, jinak by nastal nedostatek energie pro ohřev vody na požadovanou teplotu, tzn. že dosažená teplota vody v odběrném místě by neměla požadovanou teplotu (55 °C). Křivky dodávky a odběru tepla s rostoucím časem neklesají, protože se v principu jedná o kumulativní křivky, které v jednotlivých časových úsecích přičítají jednotlivé odběry energie dodané, nebo naopak odebrané ze systému přípravy TV. Sklon tečny k těmto křivkám k časové ose představuje hodnotu okamžitého tepelného výkonu. Při nulovém výkonu je průběh křivky vodorovný s osou x , při největší strmosti křivky je předpokládaný tepelný výkon maximální P_{2max} (viz obr. 1).

Objem zásobníku teplé vody se stanoví z maximálního rozdílu mezi křivkami dodávky a odběru tepla jako

$$V_{TV} = \frac{\Delta Q_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} \cdot 3600 \cdot 1000 \quad [l] \quad (1)$$

V případě návrhu systému TV s akumulací (zásobníkem TV) tak lze se-

stavit křivku dodávky tepla Q_1 ve dvou základních variantách. První případ nastává v okamžiku, kdy předpokládáme, že dodávka tepla do zásobníku teplé vody je během jedné časové periody konstantní (obr. 2).



Obr. 1 Příklad křivek dodávky a odběru tepla při ohřevu TV různými časovými úseky zdrojů tepla: Q_1^* – zdroj tepla s nepřetržitým provozem a zásobníkem; Q_1^{**} – zdroj tepla s přerušovaným provozem a zásobníkem; Q_1^{***} – zdroj tepla s dostatečným výkonem spojitě regulovaným podle odběru teplé vody bez zásobníku (průtokový ohřev)

Fig. 1 Example of heat supply and demand curves for DHW heating with different time intervals of heat sources: Q_1^* – heat sources with continuous operation and storage tank; Q_1^{**} – heat sources with intermittent operation and storage tank; Q_1^{***} – heat source with sufficient output continuously controlled according to domestic hot water consumption without storage tank (flow-through heating)

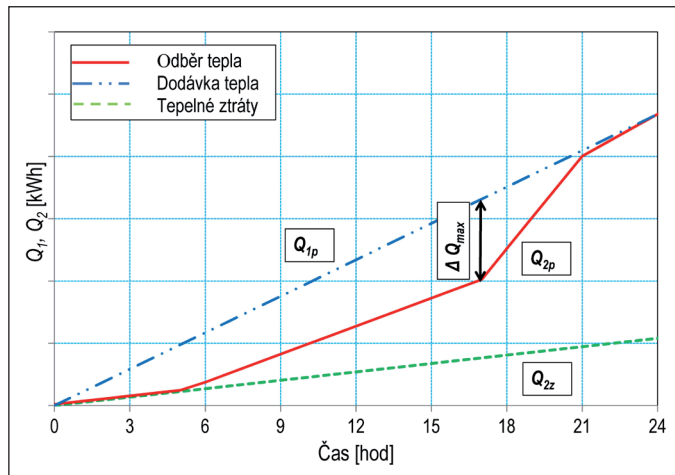
Znamená to, že zdroj tepla ohřívá TV po celou dobu časové periody přípravy (typicky 1 den). Druhý případ nastává, pokud bychom uvažovali, že využijeme teplo v zásobníku z předchozí časové periody ohřevu teplé vody a dodávka tepla bude časově kratší než délka periody odběru teplé vody (obr. 2).

Pro ohřev se zásobníkem se požadovaný tepelný výkon zdroje tepla stanoví jako:

$$P_{in} = \left(\frac{\Delta Q_s}{\tau} \right)_{max} \quad [kW] \quad (2)$$

kde poměr $(\Delta Q_s/\tau)_{max}$ vyjadřuje maximální sklon tečny k časové ose.

V případě trvalé dodávky tepla z ohříváče teplé vody během celé periody (obr. 2) je hodnota $\Delta Q_s = Q_r$. V případě přerušovaného provozu v několika různých časových fázích jedné periody ohřevu teplé vody se pro výpočet podle (2) uvažuje maximální hodnota. Z uvedeného postupu tak vyplývá, že pro časově kratší dodávku tepla ze zdroje do zásobníku teplé vody je nutné navrhovat větší objem zásobníku, ale také zároveň požadovat vyšší tepelný výkon zdroje tepla než při trvalé dodávce tepla do zásob-



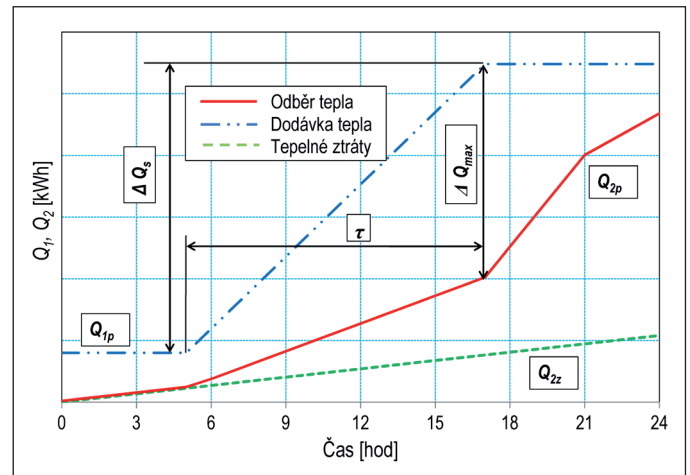
Obr. 2 Křivky odběru a dodávky tepla s nepřerušovanou dodávkou tepla do zásobníku TV

Fig. 2 Heat demand and supply curves with uninterrupted heat supply to DHW storage tank

niku během celé periody odběru teplé vody (obr. 3). Platí tedy, že pokud bychom měli dostatečně velký zdroj tepla se spojitou regulací tepelného výkonu, bylo by možné navrhnout ohřev teplé vody bez zásobníku, tj. průtočným způsobem.

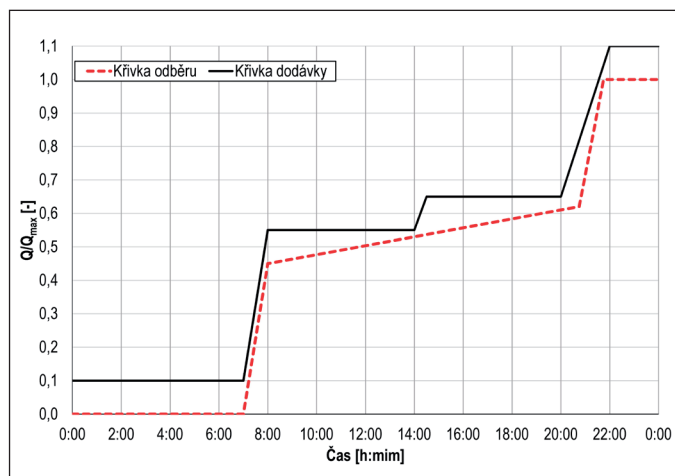
Nejčastější chyby při návrhu velikosti zásobníku TV metodou křivek odběru a dodávky tepla vyplývají z možnosti sestavení křivky dodávky tepla Q_r . První chybou je, pokud se projektant snaží být na straně bezpečnosti návrhu, výsledek pak vede k výraznému nárůstu velikosti zásobníku TV. Druhá nastává v případě, kdy není zohledněna možnost změny křivky odběru tepla při nestandardním chování uživatele, což vede k nedostatečnému množství připravované TV.

Typický příklad podcenění křivky dodávky tepla Q_r ukazuje obr. 4. Snahou takového návrhu je minimalizace velikosti zásobníku TV co nejvýraznějším kopírováním křivky odběru tepla. Vhodnější návrh stejného příkladu ukazuje obr. 5. Zásadou správného návrhu není snaha o vytvoření nejmenšího zásobníku TV (tj. minimálního rozdílu mezi křivkou dodávky a odběru tepla), ale vytvoření dostatečného akumulacího prostoru pro případný nestandardní odběr TV. Z měření v bytových domech vyplývá, že je pro křivku dodávky tepla dodržovat alespoň 15% zvýšení potřeby tepla nad křivkou odběru. V případě,



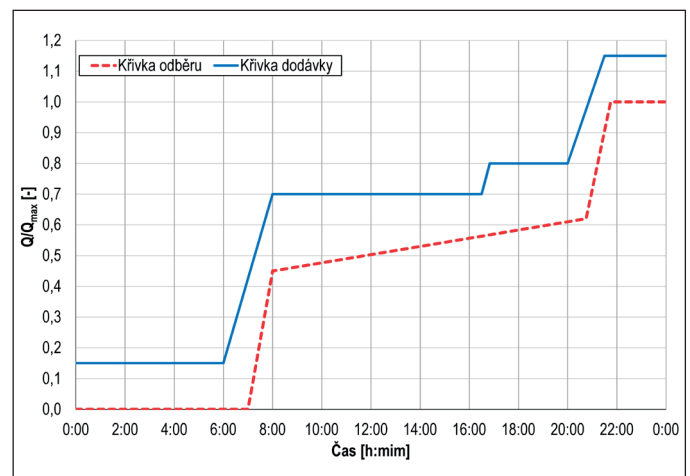
Obr. 3 Křivky odběru a dodávky tepla s časově rozloženou dodávkou tepla do zásobníku TV

Fig. 3 Heat demand and supply curves with heat supply to DHW storage tank distributed in time



Obr. 4 Křivky odběru a dodávky tepla pro nevhodně zvolený provoz nabíjení zásobníku TV

Fig. 4 Heat demand and supply curves for inadequately chosen charging regime of DHW storage tank



Obr. 5 Křivky odběru a dodávky tepla s optimalizací provozu nabíjení zásobníku TV

Fig. 5 Heat demand and supply curves with optimized charging of DHW storage tank

že se očekává výrazná ranní špička a pokud je zdroj tepla současně využíván i pro jiné technologie (vytápění, klimatizace apod.), je možné navýšení odběru TV v ranních hodinách vykrytí zvětšením objemu zásobníku úměrně natolik, aby bylo možné v delším časovém úseku nevyžadovat od zdroje tepla dodávku tepla do systému TV.

Pro příklady na obr. 4 a 5 je zajímavé porovnání velikosti vypočítaného zásobníku TV a požadavku na tepelný výkon zdroje tepla. Příklady jsou koncipovány tak, že energie dodaná ohřivačem do TV odpovídá poměrově hodnotě 1 % = 1 kWh (2). Výsledky uvedené v tab. 1, resp. tab. 2 ukazují, že zatímco v případě návrhu řešení s minimálním objemem zásobníku je požadavek na zdroj tepla o velikosti 45 kW, v příkladu dle obr. 5 je požadavek nižší, a sice 30 kW, vztaženo k procentuálnímu poměru tepla na ose y v grafech na obr. 4 a 5. Naopak s ohledem na velikost zásobníku TV je v příkladu podle obr. 4 požadován zásobník velikost cca 250 litrů a v příkladu dle obr. 5 o velikosti cca 480 litrů (1).

Problémem návrhu dle obr. 4 není navržený tepelný výkon zdroje tepla (tedy požadavek na 45 kW), ale minimální rozdíl mezi křivkou dodávky tepla a křivkou odběru v intervalech mezi 7.00 až 8.00 a od 20.00 do 22.00 hod. Výpočet vychází z předpokládaného tvaru křivky odběru během jednoho dne. Pokud ale dojde k nestandardnímu odběru TV, např. u bytových domů navýšením počtu sprch, vanových koupelí apod. v těchto odběrových špičkách, nemůže takto navržený systém přípravy teplé vody zajistit dostatečné množství TV, protože neposkytuje žádný další akumulací prostor, který by tyto změny zohlednil. Z tohoto hlediska je tak vhodnější návrh dle obr. 5 respektující možné změny v chování odběratele TV, tj. potenciální změny tvaru křivky odběru v reálném provozu systému přípravy TV.

Z řešení podle obr. 5 je vidět, že je možné očekávat stagnaci požadavků na dodávku tepla pro TV mezi 8.00 až 16.20 hod., což představuje současně možnost využití zdroje tepla i pro jiné účely (technologie) než pouze pro přípravu TV. Výsledek výpočtu velikosti zdroje tepla je sice nižší oproti příkladu dle obr. 4 (tj. 30 kW vs. 45 kW), nicméně do celkové energetické a nákladové bilance takto navrhovaného systému je nutné zahrnout jednak zvýšení statické tepelné ztráty zásobníku TV a také finanční náklady spojené s pořízením většího zásobníku TV (cca 480 litrů vs. 250 litrů).

Tab. 1 Stanovení velikosti zásobníku TV a zdroje tepla dle příkladu na obr. 4

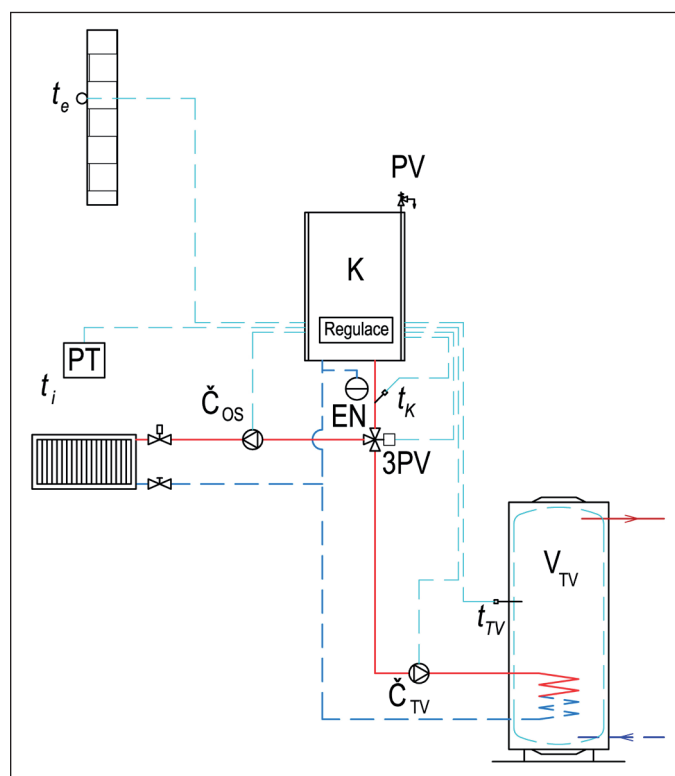
Tab. 1 Sizing of DHW storage tank and heat source according to the example in fig. 4

Časový úsek nabíjení	Požadovaný objem zásobníku TV V_{TV} [l]	Jmenovitý tepelný výkon ohřevu TV P_{in} [kW]
7:00 až 8:00	Není rozhodující pro maximální rozdíl	45,0
14:00 až 14:30	248,4	20,0
20:00 až 22:00	Není rozhodující pro maximální rozdíl	22,5

Tab. 2 Stanovení velikosti zásobníku TV a zdroje tepla dle příkladu na obr. 5

Tab. 2 Sizing of DHW storage tank and heat source according to the example in fig. 5

Časový úsek nabíjení	Požadovaný objem zásobníku TV V_{TV} [l]	Jmenovitý tepelný výkon ohřevu TV P_{in} [kW]
6:00 až 8:00	477,7	27,5
16:30 až 16:50	Není rozhodující pro maximální rozdíl	30,0
20:00 až 21:30	Není rozhodující pro maximální rozdíl	23,3



Obr. 6 Příklad zapojení zdroje tepla s přednostní přípravou teplé vody:

\dot{C}_{os} – oběhové čerpadlo otopné soustavy; \dot{C}_{TV} – nabíjecí čerpadlo zásobníku TV; EN – expanzní nádoba; K – kotel; PT – dálkové ovládání s čidlem vnitřní teploty; PV – pojistný ventil; 3PV – trojcestný přepínací ventil; V_{TV} – zásobník teplé vody; t_e – venkovní teplota; t_i – vnitřní teplota; t_k – teplota kotlové vody; t_{TV} – teplota vody v zásobníku teplé vody

Fig. 6 Example of a heat source connection in system with priority domestic hot water preparation: \dot{C}_{os} – circulation pump of the heating system; \dot{C}_{TV} – DHW storage tank pump; EN – expansion vessel; K – boiler; PT – remote control with internal temperature sensor; PV – safety valve; 3PV – three-way switching valve; V_{TV} – domestic hot water storage tank; t_e – outdoor temperature; t_i – indoor temperature; t_k – boiler water temperature; t_{TV} – water temperature in the domestic hot water storage tank

METODA PŘEDNOSTNÍ PŘÍPRAVY TV

Výhodou přednostního ohřevu teplé vody je možnost využití maximálního tepelného výkonu zdroje tepla, který je primárně navržen např. pro otopnou soustavu. Pokud nastane odběr TV ze zásobníku, teplota vody v zásobníku t_{TV} začne klesat. Po dosažení spínací teploty vody t_{TVmin} regulace zdroje tepla zajistí přednostně dodávku tepla pro ohřev TV. V případě hydraulického zapojení uvedeného na obr. 6 to znamená, že se vypne oběhové čerpadlo otopné soustavy a přepne se trojcestný přepínací ventil ve směru nabíjení zásobníku TV. Zároveň zdroj tepla navýší teplotu kotlové vody (obvykle plným jmenovitým výkonem na maximální výstupní teplotu např. až 80 °C) a regulace sepne nabíjecí čerpadlo zásobníku TV. V okamžiku, kdy teplota vody v zásobníku dosáhne nastavené (požadované) hodnoty, regulace celý systém přepne zpět do režimu vytápění. Je tedy zřejmé, že čím bude spínací diference ($\Delta t_{TV} = t_{TV} - t_{TVspín}$) větší, tím bude čas pro dobití zásobníku τ_a delší. Spínací diference se obvykle volí 5 K nebo 10 K podle typu zásobníku teplé vody. Doba potřebná k dohřátí zásobníku teplé vody τ_a by však neměla být příliš dlouhá, aby během přerušování dodávky tepla do otopné soustavy nedošlo k ovlivnění tepelné pohody ve vytápěném prostoru. Např. pro lehké stavby s minimální akumulací tepla by doba potřebná k dohřátí vody v zásobníku teplé vody τ_a neměla překročit 10 minut. U středně těžkých a těžkých staveb s akumulací schopností zdíva by doba dohřevu τ_a neměla být delší než 20 minut.

Aby výše uvedený princip mohl fungovat, je nutné splnit základní předpoklad, že tepelný výkon kotle Q_k je větší nebo roven požadovanému výkonu pro přípravu TV Q_{TV} . A právě v tomto bodě dochází občas k podcenění ze strany projektanta. Pokud si uvědomíme rozdílnost požadavků na funkci např. nízkopotenciálního zdroje tepla v pasivním domě, je zřejmé, že požadavky na vytápění se budou od požadavků na přípravu TV značně lišit, a to nejen co do požadovaného tepelného výkonu, ale i co se týče doby využití zdroje tepla. Těmto rozdílným požadavkům je nezbytné přizpůsobit i návrh zásobníku TV.

Pro obytné budovy se nejčastěji používají nepřimo ohříváné zásobníky s integrovaným výměníkem. Ty pracují na principu přirozeného vztlaku, tj. obsah zásobníku je zahříván od spodní části nahoru. U těchto systémů je tedy velmi problematické zajistit dokonalý ohřev celého objemu zásobníku teplé vody na žádanou teplotu. Abychom mohli vypočítat skutečně využitelný obsah zásobníku, je účelné zahrnout do výpočtu tzv. korekční faktor odběru y (tab. 3), který je používán v německých normách (např. DIN 4708 [5]).

Tab. 3 Korekční faktor odběru tepla ze zásobníku TV [5]

Tab. 3 Correction factor of heat consumption from the DHW storage tank [5]

Zásobník teplé vody	y [-]	
	$\tau_a < 20$ minut	$\tau_a < 10$ minut
Vertikální zásobník	0,94	0,89
Horizontální zásobník (do 400 l)	0,96	0,91
Horizontální zásobník (nad 400 l)	0,90	0,85

Základní rovnicí pro výpočet potřebné doby dohřevu teplé vody τ_a , nebo velikosti objemu zásobníku TV, je bilance dodaného tepla určitému objemu kapaliny za časovou jednotku při známém rozdílu teplot ve tvaru:

$$Q_k = \frac{V_{TV} \cdot y \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_{TV}}{\tau_a} \Rightarrow V_{TV} = \frac{\tau_a \cdot Q_k}{y \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_{TV}} \Rightarrow \tau_a = \frac{V_{TV} \cdot y \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_{TV}}{Q_k} \quad [W] \quad (3)$$

Základní příklad představuje rodinný dům obývaný 4 osobami, s dispozicí 5+1 (kuchyň = dřez, dvě koupelny = 3x umyvadlo, 2x sprcha, 1x vana). Pro návrh lze zanedbat množství odběrné TV jak u umyvadel, tak i u dřezu. Z hlediska návrhových hodnot vodovodu lze uvažovat maximální průtok teplé vody u vany 0,4 l/s = 24 l/min, u sprchy 0,2 l/s = 12 l/min. Z pohledu směšování teplé a studené vody ve výtokové baterii, kdy pro sprchování a koupání je nejčastější teplota míchané vody mezi 38 až 40 °C, je návrhový průtok teplé vody v těchto bateriích cca 6 l/min. Tzn. že v řešeném rodinném domě při současném koupání (napouštění vany) a sprchování je možné uvažovat maximální průtok teplé vody 12 l/min = 720 l/h. Na vyšší hodnoty průtoku TV není vodovodní potrubí navrženo.

Hodnota „maximálního“ průtoku vody při současném použití sprchy a vany je důležitá ve vazbě na schopnost přenosu tepla ve výměníku vybraného zásobníku teplé vody. Např. konkrétní zásobník H65W o objemu 65 litrů má při tepelném výkonu 18 kW na primární straně výměníku (tj. na straně zdroje tepla) uveden trvalý průtok teplé vody 438 l/h o teplotě $t_2 = 45$ °C. Jinak řečeno jeho trvalá produkce teplé vody o teplotě 45 °C, při teplotě studené vody na vstupu do zásobníku 10 °C, je 438 l/h. Dále např. u jiného zásobníku teplé vody S 120/5 o objemu 120 litrů uvádí výrobce při výkonu zdroje tepla 34 kW trvalý průtok teplé vody 834 l/h (při $t_k = 80$ °C, $t_2 = 45$ °C, $t_1 = 10$ °C). Pokud by tedy nastala extrémní situace, kdy je objem zásobníku TV vyčerpán z předchozích

odběrů TV (tj. $t_{TV} = t_{TVspin}$) a současně bude dále požadována dodávka tepla pro odběr TV v podobě napouštění vany a současného požadavku na sprchování, byl by nutný k zajištění takového požadavku zdroj tepla o tepelném výkonu cca 28 kW (vztaženo na průtok TV pro vanu a sprchu v součtu celkem 720 l/h, s ohledem na teplosměnnou plochu výměníku v zásobníku S 120/5). Jedná se sice o krátký špičkový odběr trvajících řádově 10 až 15 minut, ale je jasné že v klasickém rodinném domě takový zdroj tepla dnes nenalezneme. Proto je vhodnější přihlídnout právě i k požadavkům ZTI a velikost navrženého zásobníku s ohledem na zdroj tepla těmto skutečnostem přizpůsobit. Navíc je zřejmé, že s rostoucím počtem obyvatel (odběrných míst) je nutné výpočtový průtok korigovat a je vhodné počítat s vyšším podílem nesoučasnosti odběru teplé vody.

Neopominutelným faktem také zůstává u tohoto způsobu přípravy TV nastavení spínací difference nabíjení zásobníku TV ve vazbě na polohu čidla v zásobníku (obr. 6). V případě vertikálního zásobníku se obvykle čidlo teploty, které řídí spínání procesu nabíjení zásobníku TV, umísťuje od poloviny zásobníku až do 2/3 výšky zásobníku. Pokud bude čidlo umístěno příliš vysoko (tj. blízko výstupu TV do potrubního systému vodovodu), může docházet k pozdější reakci a výraznému dopravnímu zpoždění nabíjení zásobníku TV, kdy již téměř celý objem zásobníku bude vyčerpán, a než dojde opět k dosažení požadované teploty TV, dojde během odběru TV k poklesu teploty TV. Naopak v případech, kdy bude čidlo umístěno příliš nízko (tj. blízko teplosměnné plochy výměníku zásobníku TV), může docházet k častému spínání zdroje tepla i při sebemenším odběru TV bez ohledu na skutečné požadované množství odebrané TV.

ZÁVĚR

Z ukázek tedy vyplývá, že ačkoli mohou metody návrhu zásobníku teplé vody vypadat principiálně jednoduše, je důležité znát vazbu i na další profese. Rozhodující je vazba zejména na profesi vytápění a zdravotně technické instalace v části vodovodu. Okrajové podmínky návrhu systému přípravy teplé vody lze shrnout do těchto bodů:

- celková potřeba TV – vztaheno na měrnou jednotku (osoba, lůžko, sprcha apod.),
- znalost průběhu odběru tepla – časová distribuce TV v řešeném objektu,
- teplotní úroveň zdroje tepla pro přípravu TV,
- požadavky na provoz zdroje tepla – časové intervaly provozu jiných technologií,
- přenosová schopnost teplosměnné plochy zásobníku TV,
- průtok vody na výtokových armaturách.

Kontakt na autora: Roman.Vavricka@fs.cvut.cz

Poznámka recenzenta:

Označování některých veličin v článku (např. P výkon, t teplota) dodržuje nám bližší a zaběhnuté české zvyklosti s latinským písmem na rozdíl od ČSN 06 0320 (rok 2006), kde je použito označení s řeckou abecedou (Φ výkon, Θ teplota).

Použité zdroje:

- [1] VAVŘIČKA, R., a kol. *Příprava teplé vody, Sešit projektanta č. 3. STP – OS 02 – Vytápění*. Praha 2017, 182 s. ISBN 978-80-02-02713-3.
- [2] ČÍHAL, Z. *Příprava TV a „nedotápění“ objektu. Topenářství, instalace*. 2016, roč. 50, č. 5, s. 58–62. ISSN 1211-0906.
- [3] ČSN EN 806-1. *Vnitřní vodovod pro rozvody vody určené k lidské spotřebě – Část 1: Všeobecně*. ČNI, 2002.

- [4] ČSN 75 5409. Vnitřní vodovody. ÚNMZ, 2013.
 [5] DIN 4708 – Zentrale Wassererwärmungsanlagen, 1994. Part 1 – Begriffe und Berechnungsgrundlagen. Part 2 – Regeln zur Ermittlung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohngebäuden. Part 3 – Regeln zur Leistungsprüfung von Wassererwärmern für Wohngebäude.

Seznam označení:

c	měrná tepelná kapacita vody [J/(kg·K)]
P_{1n}	jmenovitý tepelný výkon ohřevu TV [kW]
P_{2max}	maximální tepelný výkon odběru TV [kW]
Q_1	teplo dodané ohřivačem do TV [kWh]
Q_{1p}	teplo dodané ohřivačem do TV během periody [kWh]
Q_2	teplo odebrané z ohřivače v TV [kWh]
Q_{2p}	teplo odebrané ohřivačem v TV během periody [kWh]
Q_{2z}	teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV v době periody [kWh]
Q_k	tepelný výkon kotle (u společného zdroje tepla pro přípravu TV) [W]
Q_{TV}	tepelný výkon nutný k přípravě TV [W]
t_1	teplota studené vody [°C]
t_2	teplota teplé vody [°C]
t_k	teplota kotlové vody [°C]
t_{TV}	teplota vody v zásobníku TV [°C]
t_{TVspin}	spínací teplota vody v zásobníku TV [°C]
V_{TV}	objem zásobníku TV [m ³]
y	korekční faktor odběru tepla ze zásobníku TV [-]
ΔQ_{max}	maximální možný rozdíl tepla mezi Q_1 a Q_2 [kWh]
ΔQ_s	teplo dodané ohřivačem do TV v čase τ [kWh]
Δt_{TV}	spínací diference pro dohřev TV (obvykle 5 až 10 K) [K]
ρ	hustota vody při střední teplotě zásobníku [kg/m ³]
τ	doba dodávky tepla ohřivačem TV [h]
τ_a	doba dohřevu TV při teplotním rozdílu Δt_{TV} [s]

Bezpečně, čistě a účinně v prostředí nemocnic

Člověk denně spotřebuje asi 20 tisíc litrů vzduchu, přičemž tráví až 90 % svého času uvnitř budov. O to důležitější je vysoká kvalita vzduchu v místnostech, a zvláště pak v nemocnicích, kde významně ovlivňuje zdravotní stav pacientů. Zajištění jakosti vzduchu v nemocničních zařízeních znamená pečlivou kontrolu a filtraci choroboplodných zárodků, která může snížit nebezpečí sekundárního onemocnění až o 35 %. Podle statistik německých úřadů pro životní prostředí lze v Německu ročně cca 47 000 úmrtí spojovat s expozicí jemnému prachu.

Nebezpečnost jemného prachu charakterizují jeho průniky do organismu. Částice velikosti 5 až 10 μm pronikají do nosních dutin a hrtanu, částice 3 až 5 μm až do průdušnic, částice menší než 3 μm do plic a částice menší než 1 μm do krve. V městském vzduchu je přítom asi 12 až 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ prachových částic PM 10, asi 5 až 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ prachových částic PM 2,8 a téměř 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ prachových částic PM 1.

Nemocnice a další zdravotnická zařízení mají zvláště vysoké nároky na čistotu vzduchu a na škodliviny ve vzduchu se vztahují nejpřísnější předpisy; zejména prachy, narkózoové plyny a páchnoucí látky musí být omezeny na nejnižší mez a kontrolovaně odvedeny k likvidaci. To platí pro operační sály, jednotky intenzivní péče, porodní sály a kojenecká oddělení. Předpisy uvádí DIN 1946 část 4 „Vzduchotechnická zařízení budov a místností ve zdravotnictví“.

S náročnými požadavky souvisejí investice do nejmodernější větrací techniky. Dostatečné větrání a hygienicky bezvadný vzduch mohou být zajištěny pouze perfektně fungující vzduchotechnikou. Inovativní výstupy vzduchu se stavitelnými prvky umožňují rychlou úpravu rychlosti proudění vzduchu a zlepšují dobrý pocit pacientů i personálu.

Příkladným zařízením je nemocnice MST (Medisch Spectrum Twente) v nizozemském Enschede, jedna z nejmodernějších v Evropě. Její operační sály a intenzivní oblast jsou vybaveny 15 větracími zařízeními na HotFloor s F9 filtry s NanoWave (zkoušené dle EN 779 a VDI 6022) a předfiltrací, kde je kontaminace vzduchu zárodky omezena na absolutní minimum.

Pramen: Technik hoch zwei 2/2016, s. 8

(AB)



Společnost pro
techniku prostředí

Nabídka publikací vydaných Společností pro techniku prostředí

Název publikace	Rok vydání
Větrání škol v souvislostech	2017
Příprava teplé vody	2017
Hodnocení tepelných čerpadel ve světle nové legislativy	2016
Kontrola klimatizačních systémů, kontrola kotlů a rozvodů tepelné energie – metodické pokyny 2014	2014
Bezkontaktní způsoby měření teploty	2014
Solární tepelné soustavy	2009
Názvoslovný výkladový slovník z oboru Technika prostředí Č-A-N, A-Č-N, N-Č-A	2008
Vzduchotechnické systémy pro čisté prostory operačních sálů	2008
Otopné soustavy teplovodní	2008
Regulace ve vytápění	2007
Průmyslové otopné soustavy	2005
Měření tepla, indikace a rozdělování úhrady za vytápění a ohřev TUV	2003
Větrání kuchyní	2000
Vodní pára ve vytápění	2000
Výkresová dokumentace ve vytápění	1999

Více informací o publikacích: <http://www.stpcr.cz/cz/publikace>

Objednávky publikací na dobírku, na fakturu (nad 200 Kč) vyřizuje:
 Univerzitní knihkupectví odborné literatury
 Technická 6, 160 00 Praha 6 – Dejvice
 telefon: 224 355 003, fax: 233 332 642
 e-mail: Vera.Mikulkova@ctn.cvut.cz